

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT


### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

REC'D 13 APR 2006

WIPO

PCT

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 45 030	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Formblatt PCT/IPEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2005/000759	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 26.01.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 29.01.2004
Internationale Patentklassifikation (IPC) oder nationale Klassifikation und IPC INV. E04F21/165 H01L33/00		
Anmelder RWE SPACE SOLAR POWER GMBH		
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 13 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in elektronischer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Berichts</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</p>		
Datum der Einreichung des Antrags  03.03.2006	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  12.04.2006	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk - Pays Bas Tel. +31 70 340 - 2040 Tx: 31 651 epo nl Fax: +31 70 340 - 3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Rodríguez-Gironés, M  Tel. +31 70 340-4337	



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000759

## Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bescheid auf

- ☒ der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde.
- ☐ einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
  - ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 a) und 23.1 b))
  - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4 a))
  - ☐ internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 a) und/oder 55.3 a))

2. Hinsichtlich der **Bestandteile\*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt*):

### Beschreibung, Seiten

7-19 in der ursprünglich eingereichten Fassung  
1-6 eingegangen am 06.03.2006 mit Schreiben vom 01.03.2006

### Ansprüche, Nr.

1-17 eingegangen am 06.03.2006 mit Schreiben vom 01.03.2006

### Zeichnungen, Blätter

1/12-12/12 in der ursprünglich eingereichten Fassung

☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☒ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☒ Ansprüche: Nr. 18
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigefügten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT  
ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/000759

---

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

---

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-17
	Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja: Ansprüche 1-17
	Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja: Ansprüche: 1-17
	Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1: CONTOUR J P ET AL: "(GaAl)As tunnel junctions grown by molecular beam epitaxy: intercell ohmic contacts for multiple-band-gap solar cells" SOLAR CELLS SWITZERLAND, Bd. 13, Nr. 1, November 1984 (1984-11), Seiten 67-76, XP002345448 ISSN: 0379-6787
- D2: EP-A-0 649 202 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 19. April 1995 (1995-04-19)

1. Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart eine Halbleiterstruktur mit epitaktisch aufgewachsenen, aufeinander liegenden und durch Trenndiode verbundenen optoelektronisch aktiven Zonen, wobei jede aktive Zone eine höhere energetische Bandlücke aufweist, als eine darunter liegende aktive Zone, und die Halbleitermaterialien der Trenndioden eine energetische Bandlücke aufweisen, die jeweils etwas höher liegt als die der darunter liegenden verwendeten Halbleitermaterialien (Siehe Zusammenfassung).

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich daher von der aus D1 bekannten Halbleiterstruktur dadurch, dass auf eine aktive Zone eine Absorptionsschicht mit gleichem Material der pn-Schicht der aktiven Zone aufgewachsen ist.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu (Artikel 33(2) PCT).

2. Das Dokument D3 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 2 angesehen. Es offenbart eine Halbleiterstruktur mit epitaktisch aufgewachsenen, aufeinander liegenden und durch eine als niederohmiger Widerstand dienende Trennschicht verbundenen optoelektronisch aktiven Zonen, wobei die Trennschicht als metallischer Kontakt ausgebildet ist.

Der Gegenstand des Anspruchs 2 unterscheidet sich daher von der aus D2 bekannten Halbleiterstruktur dadurch, dass auf eine aktive Zone eine Absorptionsschicht mit gleichem Material der pn-Schicht der aktiven Zone aufgewachsen ist.

Der Gegenstand des Anspruchs 2 ist somit neu (Artikel 33(2) PCT).

3. Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, dass eine Intensitätsanpassung von emittiertem Licht der jeweiligen aktiven Zone erreicht wird.

Die in Ansprüche 1 und 2 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung ist aus dem vorliegenden Stand der Technik weder bekannt, noch wird sie durch ihm nahegelegt, und beruht daher auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT).

4. Die Ansprüche 3-17 sind von den Ansprüchen 1 und/oder 2 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in Bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.
5. Der Gegenstand der Ansprüche 1-17 ist gewerblich anwendbar und erfüllt daher die Erfordernisse des Artikels 33(4) PCT.

### Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur

Die Erfindung bezieht sich auf eine aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder dem Oberbegriff des Anspruchs 2.

Eine aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist beispielsweise in dem Aufsatz von J. P. Contour u.a. „(GaAl)As tunnel junctions grown by molecular beam epitaxy: intercell ohmic contacts for multiple-band-gap solar cells“, IEE, Stevenage, GB, November 1984, bekannt. Beschrieben ist eine Halbleiterstruktur mit epitaktisch aufgewachsenen, aufeinander liegenden und durch Trenndiode verbundenen optoelektronisch aktiven Zonen, wobei jede aktive Zone eine höhere energetische Bandlücke aufweist als eine darunter liegende aktive Zone, und die Halbleitermaterialien der Trenndioden eine energetische Bandlücke aufweisen, die jeweils etwas höher liegt als die der darunter liegenden verwendeten Halbleitermaterialien.

Aus der US-A-5,166,761 ist ebenfalls eine Multiwavelength-Diode mit einer monolithischen kaskadierten Zellstruktur bekannt, umfassend zumindest zwei p-n-Übergänge, wobei jede der zumindest zwei p-n-Übergänge im Wesentlichen unterschiedliche Bandlücken aufweist und elektrische Verbindungsmittel durch die die zumindest zwei p-n-Übergänge gemeinsam mit Energie versorgt werden und wobei die Diode einen Tunnelübergang umfasst.

Eine aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach dem Oberbegriff des Anspruchs 2 ist in der EP-B-0 649 202 beschrieben. Diese bezieht sich auf einen Halbleiterlaser und dessen Herstellungsverfahren. Der Halbleiterlaser besteht aus einer Vielzahl von durch Löten derart übereinander geschichteten Halbleiterchips, dass ihre Laserabstrahlungsoberflächen koplanar zueinander angeordnet sind, wobei jeder Laserchip ein Sub-

strat mit darauf aufgetragenen Epitaxialschichten einschließlich einer aktiven Schicht aufweist.

Eine weitere aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur ist in einem Aufsatz von I. Ozden et al.: „A dual-wavelength indium gallium nitride quantum well light emitting diode“ in Applied Physics Letters, Vol. 79, Nr. 16, 2001, S. 2532 – 2534, beschrieben. Dabei handelt es sich um eine monolithische, Zweifachwellenlängen (Blau/grün) lichtemittierende Diode (LED) mit zwei aktiven Indium-Gallium-Nitrid/Galliumnitrid (In-GaN/GaN) Mehrfachquantentopf-Segmenten. Die Segmente sind Teil einer einzelnen vertikalen Epitaxialstruktur, in der ein  $p^{++}/n^{++}/\text{InGaN}/\text{GaN}$  Tunnelübergang zwischen den LED's eingefügt ist. Die Segmente emittieren jeweils bei 470 nm und 535 nm.

Die EP-A-1 403 935 offenbart eine lichtemittierende Diode mit einem ersten aktiven Bereich, einem zweiten aktiven Bereich und einem Tunnelübergang. Der Tunnelübergang umfasst eine Schicht aus einem ersten leitfähigen Typ und eine Schicht aus einem zweiten leitfähigen Typ, die beide dünner sind als eine Schicht eines ersten leitfähigen Typs und eine Schicht eines zweiten leitfähigen Typs, welche den ersten aktiven Bereich umgeben. Der Tunnelübergang erlaubt die vertikale Stapelung der aktiven Bereiche, wodurch das durch das Element erzeugte Licht ohne Vergrößerung der Größe der Lichtquelle gesteigert werden kann.

Die EP-A-0 727 830 bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer lichtemittierenden Diode (LED) mit einer Mehrzahl von Schichten umfassend angrenzende erste und zweite Schichten, die an einem Zwischenstück verbunden sind. Die Herstellung kann nach dem Wafer-Bonding-Verfahren durchgeführt werden. Multiple LED-Strukturen können mit anderen Schichten verbunden werden, wenn die Zwischenschicht derart ausgebildet ist, dass eine hohe elektrische Leitfähigkeit durch das Element gewährleistet ist. Der Dotierungstyp der Schichten der oberen LED-Struktur entspricht dem Dotierungstyp der Schichten der unteren LED-Struktur. Somit werden die beiden LED-Strukturen mit derselben Polarität zueinander angeordnet. Die miteinander zu verbindenden (Wafer-Bonding) Oberflächen sollten sehr hoch dotiert sein. Wenn die Strukturen gebondet werden, wird ein hochdotierter Tunnelübergang mit entgegengesetzter

Polarität der LED's gebildet. Alternativ wird vorgeschlagen, dass der Tunnelübergang epitaktisch aufgewachsen wird.

Aus der WO-A-00/77861 ist eine aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur bekannt, umfassend eine Vielzahl auf verschiedene Wellenlängen selektive aktive Schichten, die in einem vertikalen Stapel auf einem Substrat angeordnet sind, so dass dem einfallenden Licht ermöglicht wird, die Schichten mit gleichförmig abfallenden Bandlücken zu durchqueren. Photonen unterschiedlicher Energie werden dabei selektiv absorbiert oder von den aktiven Schichten emittiert. Kontaktmittel sind separat an den äußeren Seiten jeder Schicht oder einem Satz von Schichten mit den gleichen Parametern angeordnet zum Abführen von Ladungen, die in den photonen-absorbierenden Schichten erzeugt werden und/oder Einleiten von Ladungsträgern in die photonenemittierenden Schichten. Einsatzzweck für dieses Element sind beispielsweise Displays oder Solarzellen.

Aus der WO 99/57788 ist eine weitere lichtemittierende Halbleitereinrichtung der oben genannten Art bekannt. Dort wird eine zweifarbige Lichtemissions-Halbleitereinrichtung beschrieben, die zwischen ihrer Vorderseite und ihrer Rückseite eine erste oberflächenemittierende Lichtemissionsdiode mit einer ersten aktiven Zone, welche die Strahlung einer ersten Wellenlänge emittiert und einer zweiten oberflächenemittierenden Lichtemissionsdiode mit einer zweiten aktiven Zone, welche die Strahlung einer zweiten Wellenlänge emittiert, wobei zwischen beiden aktiven Zonen eine erste Reflektionsschicht angeordnet ist, die für die erste Wellenlänge reflektierend und für die zweite Wellenlänge durchlässig ist. Ferner ist vorgesehen, dass zwischen der zweiten aktiven Zone und der Rückseite eine zweite Reflektionsschicht angeordnet ist, die für die zweite Wellenlänge reflektierend ist. Die Reflektionsschichten bewirken eine bessere Ausnutzung des in Richtung auf die Rückseite aufgestrahlten Lichtes beider Dioden und sind vorzugsweise aus einem Mehrschichtsystem aus Schichten mit abwechselnd hohem und niedrigem Brechungsindex gebildet, wobei die Schichten vorzugsweise aus einem Gitter angepassten Halbleitermaterial aufgebaut sind.

Bei der bekannten Halbleitereinrichtung sind die aktiven Zonen auf zwei gegenüberliegenden Oberflächen eines Substrates aufgebracht, so dass eine von der unteren aktiven



Zone emittierte Lichtstrahlung das Substrat sowie zumindest eine Reflektionsschicht durchqueren muss, wodurch optische Verluste möglich sind. Des Weiteren sind mit der bekannten Lichtemissionshalbleitereinrichtung lediglich zwei Lichtstrahlungen erzeugbar. Dem Einsatz als Farbdisplay sind damit Grenzen gesetzt.

Davon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur derart weiterzubilden, dass eine Intensitätsanpassung von emittiertem Licht der jeweiligen aktiven Zone erreicht wird.

Das Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass auf eine aktive Zone eine Absorptionsschicht mit gleichem Material der pn-Schicht der aktiven Zone aufgewachsen ist. Dies geschieht zum Zweck der Intensitätsanpassung von emittiertem Licht der jeweiligen aktiven Zone im Falle der seriellen Verschaltung.

Mit der erfindungsgemäßen lichtemittierenden Halbleitereinrichtung, die auch als Multi-Wavelength-Diode bezeichnet werden kann, können mehrere Photonen-Emissions-Peaks unterschiedlicher Wellenlänge innerhalb eines Chips erzeugt werden. Das Prinzip beruht darauf, dass auf einem geeigneten Substrat epitaktische Halbleitermaterialien aufgewachsen werden. Die lichtemittierenden, als pn- oder np-Übergänge ausgebildeten aktiven Zonen werden in dem Chip von unten nach oben seriell verschaltet. Dabei erfolgt die Verschaltung epitaktisch über Trennschichten wie beispielsweise Trenndioden, die als niederohmige Widerstände verwendet werden. Diese Trenndioden bestehen aus einem np- oder pn-Übergang, an dem eine nur sehr geringe entgegengerichtete Spannung abfällt.

Die alternative Ausführungsform sieht vor, dass als Zwischenschicht ein leitfähiger, z. B. metallischer Kontakt für die serielle Verschaltung eingesetzt ist.

Es ist vorgesehen, dass das Material des Substrates GaAs, Ge, InP, GaSb, GaP, InAs, Si, SiGe, SiC, SiGe : C, Saphir, Diamant ist.

Des Weiteren ist vorgesehen, dass das Material der aktiven Zonen GaAs, GaInP (geeignete Kompositionen), AlGaAs (viele geeignete Kompositionen), GaInAs (geeignete Kompositionen), AlInGaP (viele geeignete Kompositionen), GaAsN, GaN, GaInN, InN, GaInAlN (geeignete Kompositionen), GaAlSb, GaInAlSb, CdTe, MgSe, MgS, 6HSiC, ZnTe, CgSe, GaAsSb, GaSb, InAsN, 4H-SiC,  $\alpha$  - Sn, BN, BP, BAs, AlN, ZnO, ZnS, ZnSe, CdSe, CdTe, HgS, HgSe, PbS, PbSe, PbTe, HgTe, HgCdTe, CdS, ZnSe, InSb, AlP, AlAs, AlSb, InAs und/oder AlSb ist oder eine oder mehrere dieser Materialien enthält.

Eine Bandemissionsdiode zeichnet sich durch folgenden Aufbau aus:

- ein GaAs- oder Ge-Substrat,
- eine auf das Substrat aufgewachsene GaAs-Diode (untere Diode),
- darüber in abwechselnder Reihenfolge eine auf die GaAs-Diode aufgewachsene Trenndiode wie GaInP-Trenndiode bzw. AlGaAs-Trenndiode gefolgt von einer auf die Trenndiode aufgewachsenen GaInP-Diode bzw. AlGaAs-Diode, wobei die Anzahl der Dioden (AZ1 – AZn) die Anzahl der Peaks einen Bandemissionsbereich definiert.

Der Bandemissionsbereich ist dadurch definiert, dass die Anzahl der Dioden, die Anzahl sowie deren Breite der Peaks einen zusammenliegenden Lichtemissionsbereich ausbildet, in der Art, wie er durch einen einzelnen Peak nicht erreicht werden könnte, somit einen resultierenden Emissionsbereich erhält.

Auch können die einzelnen aktiven Zonen jeweils mit einem eigenen metallischen Kontakt zum Anschluss einer Zuleitung versehen sein für den Fall, dass jede oder ausgesuchte einzelne aktive Zonen separat angesteuert werden sollen.

Eine Mischfarben-LED der Farbe braun mit nur einem Chip weist vorzugsweise folgenden Aufbau auf:

- ein GaA- oder Ge-Substrat,
- eine auf das Substrat aufgewachsene untere aktive Zone aus z. B. GaInP (auch AlGaInP), deren geeignete Emissionswellenlänge im roten Bereich liegt,

- eine erste auf die untere aktive Zone aufgewachsene Trenndiode aus GaInP oder AlGaInP, deren Bandenergie höher liegt als die der darunterliegenden aktiven Zone,
- eine auf die Trenndiode aufgewachsene mittlere aktive Zone aus AlInGaP, deren Emissionswellenlänge im gelben Bereich liegt,
- eine zweite Trenndiode und deren Bandenergie unter der Bandenergie der darunter liegenden aktiven Zone liegt und
- eine auf die zweite Trenndiode aufgewachsene obere aktive Zone aus AlInGaP, deren Emissionswellenlänge im grünen Bereich liegt.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass eine Mischfarben-LED umfasst:

- ein GaAs- oder Ge-Substrat (SUB),
- eine auf das Substrat aufgewachsene untere aktive Zone (AZ1) gefolgt von zwei weiteren aktiven Zonen (AZ2 – AZn) zwischen denen jeweils eine Tunneldiode (TD1 – TDn) angeordnet ist und wobei die obere aktive Zone (AZn) einen metallischen Kontakt (K) zur Verbindung mit einem elektrischen Anschluss aufweist.

## Patentansprüche

### Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur

1. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur in Form einer definiert viele Lichtwellenlängen emittierende oder absorbierende Multiwavelength-Diode wie Leuchtdiode oder Photodiode (10, 16, 24, 26, 36, 46, 54, 68, 74, 80), umfassend ein Substrat (SUB) mit zumindest zwei aktiven Zonen (AZ1 – AZn), von denen jede eine Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge emittiert oder absorbiert, wobei eine erste (untere) aktive Zone (AZ1) auf eine Oberfläche des Substrates (SUB) aufgewachsen ist, wobei zumindest eine weitere (obere) aktive Zone (AZ1 – AZn) epitaktisch aufgewachsen ist und wobei die aktiven Zonen (AZ1 – AZn) über zumindest eine als niederohmiger Widerstand dienende Trennschicht (TD1 – TDn) von der unteren aktiven Zone (AZ1) bis zu der oberen aktiven Zone (AZn) seriell verschaltet sind, wobei die Trennschicht (TD1 – TDn) als gegenpolarisierter np- oder pn-Übergang in Form einer Trenndiode bzw. Tunneldiode ausgebildet ist, wobei zwischen der unteren aktiven Zone (AZ1) und der oberen aktiven Zone (AZn) ein oder mehrere weitere aktive Zonen (AZn) epitaktisch aufgewachsen sind, wobei die unterste aktive Zone (AZ1) eine geringe energetische Bandlücke aufweist, wobei die folgenden aktiven Zonen (AZ2 – AZn) jeweils eine höhere energetische Bandlücke aufweisen, als eine vorherige aktive Zone und wobei die zum Aufwachsen bzw. Epitaxieren der Trenndioden bzw. Tunneldioden (TD) verwendeten Halbleitermaterialien entweder einen indirekten Bandübergang aufweisen oder eine energetische Bandlücke, die jeweils etwas höher liegt als die der darunter liegenden verwendeten Halbleitermaterialien, dadurch gekennzeichnet, dass auf eine aktive Zone (AZn) eine Absorptionsschicht (AbsS) mit gleichem Material der pn-Schicht der aktiven Zone (AZn) aufgewachsen ist.

2. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur in Form einer definiert viele Lichtwellenlängen emittierende oder absorbierende Multiwavelength-Diode wie Leuchtdiode oder Photodiode (10, 16, 24, 26, 36, 46, 54, 68, 74, 80), umfassend ein Substrat (SUB) mit zumindest zwei aktiven Zonen (AZ1 – AZn), von denen jede eine Strahlung unterschiedlicher Wellenlänge emittiert oder absorbiert, wobei eine erste (untere) aktive Zone (AZ1) auf eine Oberfläche des Substrates (SUB) aufgewachsen ist, wobei zumindest eine weitere (obere) aktive Zone (AZ1 – AZn) epitaktisch aufgewachsen ist und wobei die aktiven Zonen (AZ1 – AZn) über zumindest eine als niederohmiger Widerstand dienende Trennschicht (TD1 – TDn) von der unteren aktiven Zone (AZ1) bis zu der oberen aktiven Zone (AZn) seriell verschaltet sind, wobei definiert viele Lichtwellenlängen emittierende oder absorbierende Multiwavelength-Diode zwischen der unteren aktiven Zone (AZ1) und der oberen aktiven Zone (AZn) ein oder mehrere weitere aktive Zonen (AZn) epitaktisch aufgewachsen sind, wobei die unterste aktive Zone (AZ1) eine geringe energetische Bandlücke aufweist, wobei die folgenden aktiven Zonen (AZ2 – AZn) jeweils eine höhere energetische Bandlücke aufweisen, als eine vorherige aktive Zone und dass die Trennschicht (TD1-TDn) als metallischer Kontakt (K) ausgebildet ist,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass auf eine aktive Zone (AZn) eine Absorptionsschicht (AbsS) mit gleichem Material der pn-Schicht der aktiven Zone (AZn) aufgewachsen ist.
3. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Material des Substrates (SUB) GaAs, Ge, InP, GaSb, GaP, InAs, Si, SiGe, SiC, SiGe : C, Saphir, Diamant ist.

4. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

dass das Material der aktiven Zonen (AZ1 – AZn) GaAs, GaInP (geeignete Kompositionen), AlGaAs (viele geeignete Kompositionen), GaInAs (geeignete Kompositionen), AlInGaP (viele geeignete Kompositionen), GaAsN, GaN, GaInN, InN, GaInAlN (geeignete Kompositionen), GaAlSb, GaInAlSb, CdTe, MgSe, MgS, 6HSiC, ZnTe, CgSe, GaAsSb, GaSb, InAsN, 4H-SiC,  $\alpha$  – Sn, BN, BP, BAs, AlN, ZnO, ZnS, ZnSe, CdSe, CdTe, HgS, HgSe, PbS, PbSe, PbTe, HgTe, HgCdTe, CdS, ZnSe, InSb, AlP, AlAs, AlSb, InAs und/oder AlSb ist oder eine oder mehrere dieser Materialien enthält.

5. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,

dass eine Bandemissionsdiode (16) folgenden Aufbau umfasst:

- ein GaAs- oder Ge-Substrat (SUB),
- eine auf das Substrat aufgewachsene GaAs-Diode (AZ1) (untere Diode),
- darüber in abwechselnder Reihenfolge eine auf die GaAs-Diode (AZ1) aufgewachsene Trenndiode wie GaInP-Trenndiode (TD) bzw. AlGaAs-Trenndiode (TD1 ... TDn) gefolgt von einer auf die Trenndiode aufgewachsenen GaInP-Diode (AZ3) bzw. AlGaAs-Diode (AZ3-AZn),

wobei der Bandemissionsbereich dadurch definiert wird, dass die Anzahl der Dioden (AZ1 – AZn), die Anzahl sowie deren Breite der Peaks einen zusammen liegenden Lichtemissionsbereich ausbildet, in der Art, wie er durch einen einzelnen Peak nicht erreicht werden könnte und somit ein resultierender Emissionsbereich entsteht.

6. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die einzelnen aktiven Zonen (AZ1 – AZn) jeweils mit einem eigenen metallischen Kontakt (K) zum Anschluss einer Zuleitung versehen sind.
7. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Mischfarben-LED (26) (braun) folgenden Aufbau umfasst:
- ein GaA- oder Ge-Substrat (SUB),
  - eine auf das Substrat aufgewachsene untere aktive Zone (AZ1) aus z. B. GaInP (auch AlGaInP),
  - eine erste auf die untere aktive Zone aufgewachsene Trenndiode (TD1) aus GaInP oder AlGaInP,
  - eine auf die Trenndiode aufgewachsene mittlere aktive Zone (AZ2) aus AlInGaP,
  - eine zweite Trenndiode (TD2) und
  - eine auf die zweite Trenndiode aufgewachsene obere aktive Zone (AZ3) aus AlInGaP.
8. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Mischfarben-LED (36) folgenden Aufbau umfasst:
- ein GaAa- oder Ge-Substrat (SUB),
  - eine auf das Substrat aufgewachsene untere aktive Zone (AZ1) gefolgt von zwei weiteren aktiven Zonen (AZ2 – AZn) zwischen denen jeweils eine Tunneldiode (TD1 – TDn) angeordnet ist und wobei die obere aktive Zone (AZn) einen metallischen Kontakt (K) zur Verbindung mit einem elektrischen Anschluss aufweist.

9. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der zwischen den aktiven Zonen (AZ1 – Azn) angeordnete Metallkontakt (K, BK, LK) geklebt, gelötet, gedrückt, gebondet oder geschweißt ist.
10. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die untere aktive Zone (AZ1) aus einem AlInGaP-Material mit einer Wellenlänge von ca. 620 nm ist, dass die mittlere aktive Zone (AZ2) ein AlInGaP-Halbleitermaterial mit einer Wellenlänge von ca. 550 nm ist und dass die obere aktive Zone (AZ3) ein GaInN-Halbleitermaterial mit einer Wellenlänge im Bereich von ca. 400 bis 450 nm ist.
11. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass einer obersten aktiven Zonen (AZn) einen Kontakt (BK) wie Bond-Kontakt aufweist.
12. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die aktive Zonen (AZ1 – Azn, PD1 – PDn) aufweisende Halbleiterstruktur (46) ein Mischfarbensensor ist, wobei die aktiven Zonen (PD1 – PDn) als Photodioden ausgebildet sind und eintreffendes Mischfarbenlicht selektiv in den dazugehörigen aktiven Zonen absorbierbar ist, von wo ein generierter Strom selektiv abgreifbar ist.



13. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Mischfarbensensor (46) den folgenden Aufbau aufweist:
- ein GaAs- oder ein Ge-Substrat (SUB) auf dessen Unterseite ein metallischer Kontakt (K) und auf dessen Oberseite eine GaInP- oder AlInGaP-Photodiode (PD1) aufgebracht wie aufgewachsen ist,
  - dass auf der Photodiode eine np-Trenndiode (TD1) aus einem AlInGaP-, AlGaAs- oder GaInP-Material aufgebracht ist,
  - ein zweiter pn-Übergang aus einer AlInGaP-Photodiode (PD2),
  - eine np-Trenndiode (TD2) und
  - ein dritter pn-Übergang als die GaAlN- oder AlGaInN-Photodiode (PD3) ausgebildet ist.
14. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die erste Photodiode (PD1) in einem Wellenbereich von  $\lambda = 600 \text{ nm}$  bis  $680 \text{ nm}$  liegt, dass die mittlere Photodiode (PD2) in einem Wellenbereich von  $\lambda = 550 \text{ nm}$  liegt und dass die dritte Photodiode (PD3) in einem Wellenbereich von  $\lambda = 400 \text{ nm}$  bis  $450 \text{ nm}$  liegt.
15. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass jede der lichtdetektierenden Photodioden (PD1 – PDn) mit einem metallischen Kontakt (K) zum Anschluss einer elektrischen Leitung versehen ist.

16. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die aktiven Zonen aufweisende Halbleiterstruktur wie Leuchtdiode oder Photodiode ein Farbdisplay (80) bilden.
17. Aktive Zonen aufweisende Halbleiterstruktur nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Farbdisplay (80) aus einer Vielzahl von lichtemittierenden Halbleitereinrichtungen (82) gemäß zumindest einem der Ansprüche 1 bis 17 ausgebildet ist, wobei ein Pixel (82) des Farbdisplays (80) einer lichtemittierenden Halbleitereinrichtung entspricht und wobei jeder Pixel (82) und die entsprechenden Farben selektiv ansteuerbar sind.